

Conteúdos conceituais: reduzindo e reestruturando o currículo de Biologia para o ensino médio

Conceptual contents: reducing and restructuring high school biology curriculum

Ítalo Nascimento de Carvalho

Universidade Federal da Bahia
italonc@hotmail.com

Charbel Niño El-Hani

Universidade Federal da Bahia
charbel.elhani@gmail.com

Nei de Freitas Nunes-Neto

Universidade Federal da Bahia
nunesnato@gmail.com

Resumo

O excesso de conteúdo nos currículos de Biologia do ensino médio é um problema reconhecido há muito tempo, mas para o qual não têm sido propostas soluções. Sumariamos e ampliamos ideias trazidas em nossas contribuições anteriores para a construção de currículos de Biologia menos repletos de conceitos conceituais. Nossa proposta se baseia primariamente na ideia de conceitos estruturantes, levando em conta uma moldura conceitual do conhecimento biológico, as perspectivas funcional e evolutiva da biologia, e o papel que componentes sistêmicos, processos e descrições têm na compreensão desta ciência.

Palavras-chave: currículo, ensino de Biologia, conteúdos conceituais, biologia evolutiva, biologia funcional, conceitos estruturantes.

Abstract

The excess of curriculum content in high school Biology has long been known to be a problem, but to which solutions have not been proposed. We summarize and expand ideas developed in our previous contributions to the construction of Biology curricula with less conceptual content. Our suggestions are primarily based on the idea of structuring concepts, taking into account a conceptual framework for biological knowledge, the functional and evolutionary perspectives of biology and the role played by systemic components, processes and descriptions in understanding this science.

Key words: curriculum, Biology teaching, conceptual contents, evolutionary biology, functional biology, structuring concepts.

Introdução

O excesso de conteúdos é um problema há muito reconhecido no ensino de Ciências de nível secundário. Matthews (1994) cita que pesquisadores o mencionam desde o fim do século XIX, até a década de 1990. Em um trabalho anterior (CARVALHO *et al*, 2011), mostramos que no século XXI o ensino de Biologia no Brasil ainda sofre deste mal. Estimamos com base em livros didáticos de Biologia do ensino médio que se pretende ensinar em torno de 3,3 mil conceitos aos estudantes (um conceito a cada três minutos e meio¹) ao longo de três anos. Além disso, a Biologia é mostrada de forma fragmentada, sendo dominante uma abordagem que a divide de acordo com suas subáreas (Zoologia, Botânica, Genética, Evolução etc.) sem, no entanto, explicitar suas conexões. Tal estratégia fica visível na divisão dos capítulos de diversos livros didáticos em seções temáticas que pouco variam entre as coleções (e.g. LOPES & ROSSO, 2013; MENDONÇA, 2013).

É possível encontrar na literatura sugestões de como construir currículos de forma e mitigar estes problemas (exemplos mais adiante), mas, como discutiremos abaixo, tem sido pouco frequente uma discussão mais profunda sobre critérios que podem ser utilizados na seleção dos conteúdos a serem ensinados. Em vista dessa lacuna, este trabalho tem como objetivo contribuir para uma discussão sobre critérios que poderiam ser empregados para selecionar conteúdos de Biologia no ensino médio, visando à redução de seu número e à reestruturação dos currículos de forma a tornar mais provável que os estudantes compreendam a estrutura teórica desta ciência. Aqui, resumimos a discussão feita na dissertação de mestrado do primeiro autor², que aprofunda e amplia as ideias trazidas em artigo anterior, publicado em 2011.

Antes, devemos esclarecer o que entendemos por currículo e por conteúdo. Dentre várias concepções de currículo, adotaremos primariamente a visão do currículo como objetivos de aprendizagem a serem alcançados, mas teceremos também breves comentários que levam em conta uma abordagem do currículo como matéria a ser ensinada (SAYLOR & ALEXANDER, 1974 *apud* MOREIRA & AXT, 1986). O motivo desta duplicidade está nas diferentes visões sobre conceitos estruturantes e na estrutura hierárquica do conhecimento biológico que adotamos como referência, o que será detalhado adiante.

Nossa decisão de abordar o currículo com foco nos conteúdos a serem ensinados vem atender às críticas feitas por Michael Young (2013, 2014) de que a teoria de currículo perdeu o foco sobre o que se ensina e aprende na escola e passou a uma postura exclusivamente de crítica ideológica, devendo então recuperar seu papel normativo (de prescrever conteúdos) e conciliá-lo ao de crítica. Já para os conteúdos, concordamos com a definição de Zabala (1998), que toma conteúdo como tudo o que se ensina para alcançar certos objetivos de aprendizagem, não se restringindo às capacidades cognitivas. Seguimos a classificação de Coll *et al.* (1992), que dividem os conteúdos em conceituais (o que se deve saber), procedimentais (o que se deve saber fazer) e atitudinais (o que se deve ser). Nosso foco aqui são os conteúdos da primeira categoria, não porque os vemos como os únicos merecedores de atenção, mas porque dominam o ensino atual. A redução de seu número permitiria não só que eles pudessem ser trabalhados de maneira mais apropriada em sala de aula, mas também que mais tempo fosse dedicado aos outros dois tipos de conteúdos, que são muitas vezes abordados de forma incipiente ou mesmo implícita e pouco refletida (CONRADO & NUNES-NETO, 2015).

¹ Considerando duas aulas semanais de 50 minutos cada, 40 semanas por ano e três anos de 200 dias letivos cada (mínimo exigido pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação, Lei nº 9.394 de 1996).

² O texto integral encontra-se no endereço repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/20838/

Ademais, trataremos apenas de conteúdos conceituais próprios da Biologia, não abordando tópicos como história e natureza da ciência, ética e cidadania, por exemplo, o que não significa que neguemos sua importância para o ensino de Biologia. Tais temas merecem análise profunda em outros trabalhos que se insiram na concepção abrangente do currículo que temos adotado em nossos estudos.

Priorizamos aqui a legitimidade epistemológica do saber a ser ensinado, ou seja, a garantia de que o conhecimento levado para a sala de aula (que deve ser transformado para ser ensinado) não se distancie tanto do conhecimento de referência que não se possa mais vincular a aprendizagem a este último (GUIMARÃES *et al.*, 2008). Esta legitimidade é favorecida pelo que Chevallard (1991) denomina “vigilância epistemológica”. Porém, isso não implica negligenciar outras fontes de legitimidade, como a legitimidade social (que leva em conta fatores que justificam a inclusão de certos conteúdos no currículo devido à sua importância social [GUIMARÃES *et al.*, 2008]) e a legitimidade axiológica (relacionada ao caráter ético e político da seleção de conteúdos).

Não se trata, pois, de subordinar uma validade a outra em termos de importância, mas de perceber como elas se apresentam em conjunto. Focamos na validade epistemológica por estarmos interessados em como fornecer aos estudantes condições para que compreendam a estrutura conceitual da Biologia de forma que tenham uma base para aprender mais sobre ela mesmo após concluírem o ensino médio. Afinal, esta é a última oportunidade (na educação formal) para que muitos cidadãos se tornem capazes de compreender o conhecimento biológico e fazer julgamentos acerca de suas implicações para a vida individual e social.

Abaixo, propomos quatro critérios que podemos utilizar para guiar a escolha de conteúdos conceituais para o ensino médio de Biologia. Ressaltamos que tais critérios se destinam primariamente à escolha de objetivos de aprendizagem e não se aplicam diretamente à escolha de conceitos que devem ser ensinados em sala de aula (comentaremos mais sobre isso abaixo). Além disso, objetivamos estimular discussões a respeito de tais critérios, e não propor um currículo a ser aplicado.

Ponto de partida: os conceitos estruturantes

Diversos documentos curriculares estadunidenses da segunda metade do século XX adotam a ideia de que os estudantes devem terminar o ensino secundário sendo capazes de reconhecer um quadro geral da biologia, devendo-se ensinar os princípios gerais ou ideias principais desta ciência (*e.g.* NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1990, 1996; AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE, 2013). Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN; BRASIL, 2000) fornecem essa mesma orientação. Porém, em nenhum desses documentos ficam claros os critérios que permitem identificar as principais ideias da Biologia quanto à sua relevância para o pensamento biológico em si, sendo que diversos conceitos mencionados como centrais por alguns documentos não são mencionados em outros. Os motivos para isso não ficam claros e podemos supor que estes princípios foram escolhidos apenas por seu apelo intuitivo ou conveniência.

Sugerimos que a ideia de conceitos estruturantes de Gagliardi (1986) é a que melhor capta o papel de destaque que se pode dar a alguns conceitos da Biologia. Segundo este autor, o sistema cognitivo consiste de uma rede de interação de conceitos, a partir da qual estes adquirem significado. Mesmo optando-se por uma leitura não-cognitivista, que situa tal rede numa linguagem social, e não no sistema cognitivo (ver MORTIMER *et al.*, 2014), podemos identificar um conceito estruturante por sua capacidade de modificar a rede conceitual, permitindo que o aprendiz compreenda coisas que antes ignorava, além de atribuir outros

significados às que já conhecia.

Correa (2012) comenta que os conceitos estruturantes podem ser considerados a partir de três visões. A primeira é a epistemológica, que diz respeito aos conceitos que estruturam o conhecimento científico em si. Acreditamos que é a esta visão que Gagliardi se refere ao escrever que "[...] bastaria definir quais são os conceitos estruturantes de uma ciência, para poder definir os objetivos a alcançar nos diferentes cursos" (1986, p. 32). A segunda visão seria a psicológica, relativa ao funcionamento do sistema cognitivo, aludida por Gagliardi no trecho "De acordo com a perspectiva construtivista, estes conceitos estruturantes seriam também construídos pelo aluno ao mesmo tempo em que constrói outros conhecimentos" (ibidem)". Já a terceira seria a visão didática, que considera o planejamento, as decisões e as ações do docente em sala de aula (visão não contemplada originalmente por Gagliardi).

Aqui, priorizaremos a visão epistemológica. O que devemos procurar são aqueles conceitos de maior importância no pensamento biológico, que, se aprendidos pelos estudantes, podem fornecer bases para a aprendizagem não somente nos ambientes de educação formal, mas também fora deles. Devemos então nos perguntar que conceitos permitem que os estudantes compreendam uma maior quantidade de outros conceitos, levando em conta a estrutura conceitual da Biologia, permitindo que o que for aprendido forme uma estrutura coerente, em vez de apenas um conjunto de informações memorizadas que, aparentemente, não possuem muito sentido. Ao escolhermos que conceitos os estudantes devem saber ao fim do ensino médio, permitimos que os professores ponham em ação as outras duas visões e escolham que conceitos mais específicos e que estratégias didáticas serão empregadas para que os objetivos sejam alcançados.

A ideia de conceitos estruturantes constitui um primeiro nível de critérios para a seleção de conteúdos conceituais. Ela obviamente pode ser usada para selecionar conteúdos de diversas áreas do conhecimento, mas não é suficiente para construir um currículo. Nas próximas seções, propomos aqueles que comporiam um segundo nível de critérios, próprios da Biologia.

A estrutura teórica do conhecimento biológico

Scheiner (2010) busca explicitar a estrutura teórica da Biologia, propondo uma moldura conceitual que abrange e articula todas as áreas dessa ciência. Essa moldura consiste num "sistema de conceitos e proposições que fornecem explicações causais para fenômenos dentro de um domínio em particular" (Scheiner & Willig, 2008, p. 21). Indo além, ele propõe que teorias seriam "molduras hierárquicas que conectam princípios gerais abrangentes a modelos altamente específicos" (Scheiner, 2010, p. 296).

Na moldura hierárquica proposta por Scheiner (Figura 1), há uma teoria da Biologia, que tem como domínio (escopo) a diversidade e a complexidade dos seres vivos, levando em conta suas causas e consequências. Subordinadas a ela estão cinco teorias gerais (genética, célula, organismo, ecologia e evolução), que proveem um arcabouço no qual se inserem os componentes de teorias mais específicas, explicitando premissas muitas vezes ocultas destas e dos modelos que elas suportam. Abaixo das teorias gerais estão as teorias constituintes (que podem abrigar teorias constituintes ainda mais específicas, sem limite de número), que delineiam os contornos de um fenômeno e identificam parâmetros de interesse no seu estudo, para assim orientar o desenvolvimento de modelos e unificar modelos relacionados entre si. As teorias constituintes podem se sobrepor em seus domínios dentro da teoria geral e mesmo entre teorias gerais, permitindo a integração entre estas últimas (a teoria da seleção natural, p. ex., está subordinada à teoria da evolução, mas leva em conta princípios da genética e da

ecologia). Cada teoria geral e constituinte pode ser descrita por um conjunto de princípios fundamentais, que são proposições gerais de amplo escopo que descrevem padrões empíricos e processos operantes dentro do domínio em consideração, consistindo de conceitos e generalizações confirmadas (p. ex., a Tabela 1 traz os princípios da teoria da Biologia). Por fim, no nível mais específico, estão os modelos, consistindo de constructos que representam ou simplificam o mundo natural, sejam eles físicos ou abstratos. É neste nível que a teoria encontra os dados, as previsões são feitas e o entendimento causal é construído (como o modelo do equilíbrio cambiante³, derivado da teoria da seleção natural).

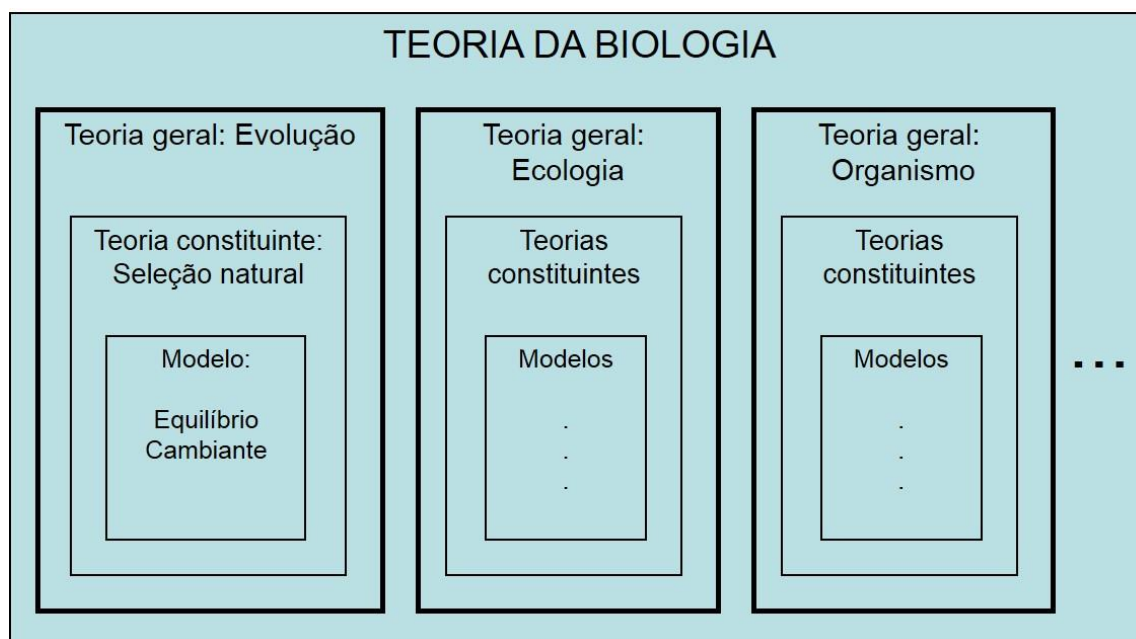


Figura 1: Representação gráfica da moldura hierárquica proposta por Scheiner, mostrando em maiores detalhes a teoria geral da evolução.

Scheiner admite que os princípios listados não pretendem ser definitivos e podem ser aprimorados. Porém, eles já nos fornecem um ponto de partida para discutirmos quais os conceitos estruturantes da biologia.

Podemos, então, nos perguntar em que níveis da hierarquia se encontram os conceitos estruturantes da Biologia com maior impacto para o ensino. Aqui, uma tensão deve ser resolvida: se mirarmos nos níveis mais altos, encontraremos poucos conceitos, mas com alto nível de abstração e de difícil aprendizagem. Porém, se procurarmos nos níveis mais baixos, encontraremos conceitos menos abstratos, mas em grande quantidade. Não resolveremos esta tensão aqui, mas estabeleceremos uma primeira proposta que esperamos aperfeiçoar com a colaboração de outros pesquisadores, de docentes e com estudos empíricos.

Devemos considerar como as visões epistemológica, psicológica e didática dos conceitos estruturantes contribuem para a seleção dos conteúdos conceituais. Tomemos o conceito de mudança (princípio 1.8 da Tabela 1) como exemplo. Do ponto de vista epistemológico, ele é um conceito altamente estruturante, mas, além de ser muito abstrato isoladamente, suas causas, mecanismos e efeitos devem ser explicados, o que só pode ser feito ao olharmos para as cinco teorias gerais, sendo necessário, inclusive, elencar conceitos específicos destas

³ Proposto por Sewall Wright em 1932, sugere que adaptações aumentam de frequência mais rápido quando uma população se divide em subpopulações com fluxo gênico restrito entre elas.

teorias. A teoria geral da genética permitirá entender como o genoma muda ao longo de gerações; a da célula será usada para explicar como a maquinaria bioquímica obtém matéria e energia do meio externo e as transforma para manter a própria integridade estrutural e funcional; a do organismo abordará como ele mantém sua homeostase frente às perturbações do meio, sempre modificando seus processos internos; a da ecologia esclarecerá, por exemplo, as mudanças em uma comunidade ao longo de um evento de sucessão ecológica; e a da evolução mostrará como as linhagens de organismos se modificam ao longo de gerações.

Domínio
A diversidade e complexidade dos sistemas vivos, incluindo suas causas e consequências
Princípios
1.1. A vida consiste de sistemas abertos, em estado de não equilíbrio e persistentes.
1.2. A célula é a unidade fundamental da vida.
1.3. A vida requer um sistema para armazenar, usar e transmitir informação.
1.4. Os sistemas vivos variam em sua composição e estrutura em todos os níveis.
1.5. Os sistemas vivos consistem de conjuntos complexos de partes interagentes.
1.6. A complexidade dos sistemas vivos produz propriedades emergentes.
1.7. A complexidade dos sistemas vivos permite a ação de contingências.
1.8. A persistência dos sistemas vivos requer que eles sejam capazes de mudar ao longo do tempo.
1.9. Os sistemas vivos surgem a partir de outros sistemas vivos.
1.10. A vida se originou de matéria não viva.

Tabela 1: O domínio e os princípios fundamentais da teoria da biologia (SCHEINER, 2010. Tradução nossa)

Como queremos que os estudantes compreendam também como as diferentes subáreas da Biologia se relacionam⁴, devemos olhar para as teorias constituintes e procurar aquelas que levem em conta princípios fundamentais de duas ou mais teorias gerais e buscar seus conceitos estruturantes. Aqui, sugerimos que não se priorizem conceitos que tratem apenas das especificidades desses níveis mais inferiores na hierarquia. Por fim, podemos selecionar modelos que ilustrem de forma menos abstrata os conceitos que desejamos que os estudantes aprendam.

Devemos levar em conta que conceitos estruturantes desde um ponto de vista não o são necessariamente desde outro. Assim, adotamos a visão epistemológica para definir objetivos de aprendizagem nos níveis mais abrangentes da hierarquia, mas devemos levar em conta a visão psicológica para selecionar em níveis mais específicos conceitos menos abstratos que permitam que os estudantes alcancem aqueles objetivos. Por fim, a visão didática se destacará quando os docentes escolherem temas que tratarão destes conceitos e definirem estratégias para abordá-los em sala de aula, considerando as especificidades de seus alunos e os conceitos dos quais eles dispõem que podem ajudá-los a construir os conceitos estruturantes.⁵

Com isso, temos mais critérios para selecionar o que é importante que os alunos aprendam, além de uma maneira de reestruturar o currículo. Podemos pensar em uma abordagem que, no lugar de Zoologia e Botânica, trataria de animais e plantas enquanto organismos, destacando

⁴ Aqui, um esclarecimento se faz necessário: não defendemos que o ensino desconsidere a divisão da biologia em suas subáreas, e sim que esta divisão seja revista quando para fins didáticos e que se adote uma abordagem que permita que os estudantes percebam como elas se conectam entre si.

⁵ Aqui ficam claras as duas acepções de currículos que mencionamos na introdução. No que nos interessa neste trabalho, a visão epistemológica de conceitos estruturantes é usada em conjunto com a ideia de currículo enquanto objetivos de aprendizagem, enquanto as visões psicológica e didática são relevantes para a ideia de currículo como matéria a ser ensinada.

os aspectos em comum e evitando mencionar um grande número de detalhes anatômicos ou fisiológicos. Porém, estes critérios não são suficientes e pensamos que devemos considerar também o que entendemos como dois desequilíbrios nos conteúdos atualmente ensinados.

Biologia funcional e biologia evolutiva

Mayr (1961) argumentou que a biologia não é uma ciência uniforme em sua maneira de estudar e explicar os sistemas vivos: ela se dividiria em duas (com abordagens diferentes, mas complementares). Uma delas é a biologia funcional, que estuda as atividades realizadas pelos organismos e busca entender a constituição individual dos mesmos, além de seu funcionamento. Ela se ocupa de causas próximas, reconhecidas por atuarem no tempo de vida de um organismo. A outra biologia é a evolutiva, de natureza histórica, que estuda linhagens de organismos ou de características dos organismos. Aqui, as causas últimas, que atuam em uma escala de tempo que atravessa gerações, estão em foco.

A distinção entre causas próximas e últimas vem sendo questionada com base no reconhecimento de que processos ocorridos no tempo de vida de um organismo têm efeitos evolutivos (plasticidade fenotípica, por exemplo) (LALAND *et al.*, 2011). Para responder a estas críticas, Caponi (2008, 2013) propõe reinterpretar a diferença tendo em vista as linhagens: causas últimas afetam a composição das linhagens, enquanto as causas próximas não têm este efeito. É esta concepção, de Caponi, que adotamos em nossa proposta.

Se reconhecemos que a biologia é composta de duas tradições de pesquisa que apelam para diferentes tipos de causa, devemos reconhecer que uma abordagem educacional que ignore parcial ou completamente uma das perspectivas estará incompleta, pois para entender corretamente um sistema biológico deve-se compreender não apenas sua estrutura e seu funcionamento atual, mas sua origem e as mudanças pelas quais passou ao longo da história das linhagens. De fato, é comum que documentos curriculares recomendem que a teoria evolutiva seja o eixo integrador do ensino de biologia, mas conteúdos conceituais relativos às áreas da biologia que lidam primariamente com esta teoria somam apenas 8% dos conceitos nos livros didáticos (CARVALHO *et al.*, 2011). É certo que apenas aumentar o conteúdo conceitual relativo à biologia evolutiva não ajudaria em nosso objetivo de diminuir o tamanho do conteúdo conceitual. Devemos também reduzir a quantidade de conteúdos da biologia funcional. Para isso, é útil examinar em um segundo desequilíbrio no currículo de Biologia.

Componentes, processos e descritores

É possível notar que grande parte dos conceitos presentes no atual ensino de Biologia se refere a componentes (entidades discretas e em relativa descontinuidade com outras entidades que compõem um sistema, dado um período limitado de observação [SALTHER, 1985]) dos sistemas biológicos (CARVALHO *et al.*, 2013). Porém, para compreender os sistemas biológicos, devemos considerar sua natureza dinâmica, tratando das interações entre seus componentes ao longo do tempo, ou seja, dos processos (conjuntos de mudanças na aparência da realidade relacionados a uma família de ocorrências sistematicamente ligadas causal ou funcionalmente umas às outras [RESCHER, 1996]) que permitem seu funcionamento e sua manutenção.

Além disso, são comuns referências a propriedades e a tipologias e classificações nelas baseadas (*e. g.* tecidos *vascularizados*; tecidos *conjuntivos*, *musculares* etc.), utilizando termos que qualificam entidades com o intuito de descrevê-las, o que chamaremos de

“descritores”.

Uma vez que a listagem de componentes não permite uma boa compreensão dos sistemas biológicos, propomos que o ensino dê atenção prioritária aos descritores e processos. Nos níveis mais altos da moldura teórica de Scheiner, podemos perceber descritores de grande importância para a compreensão dos sistemas vivos (como a homeostase). Descritores pertencentes às teorias gerais também podem ser úteis (como células eucarióticas e procarióticas), uma vez que se referem a generalizações com grande poder heurístico, das quais a própria atividade científica se beneficia. Já nos níveis inferiores, podemos pensar em processos e, a partir disso, identificar os componentes neles envolvidos e seus descritores, focando no que realmente é útil para a compreensão da biologia.

A aplicação dos critérios aqui descritos constitui um exercício de considerável esforço. Não pretendemos realizá-lo em toda sua extensão aqui, mas trazemos um ponto de partida, com alguns dos conceitos estruturantes da teoria da biologia de acordo com os princípios gerais (números entre parênteses, ver Tabela 1) que permitiram sua identificação:

A. Persistência (1.1): principal propriedade dos sistemas biológicos a ser explicada, sendo necessários conceitos da teoria da biologia e das cinco teorias gerais identificadas por Scheiner (2010).

B. Célula (1.2): trabalhado em profundidade em uma teoria geral específica, mas também presente em outras teorias gerais, como um dos componentes dos sistemas vivos.

C. Informação (1.3): tem papel importante na teoria da genética, ainda que não exista ainda uma teoria constituinte que lhe atribua significado preciso neste âmbito (ver, p. ex., GRIFFITHS, 2001).

D. Variação (1.4): propriedade que pode ser pensada de diferentes formas em cada teoria geral, seja como objeto de explicação, seja como parte da explicação de um fenômeno.

E. Interação (1.5): entendida como um processo, a interação entre os vários componentes de um sistema biológico é fundamental para que ele persista. Este conceito é necessário para a compreensão da natureza dinâmica deste tipo de sistema.

F. Emergência (1.6): presente em diferentes níveis de organizações dos sistemas biológicos e em todas as cinco teorias gerais. Propriedades de um nível de organização de um sistema se devem a estruturas e processos característicos daquele nível, que não se resumem a meros agregados das propriedades dos componentes de níveis inferiores (SCHEINER, 2010).

G. Contingência (1.7): Possui implicações para o conceito de mudança. Pode ser inicialmente compreendida como a combinação entre aleatoriedade e sensibilidade às condições iniciais de um sistema (SCHEINER & WILLIG, 2011).

H. Mudança (1.8): a mudança envolve diversos processos e está presente em todos os sistemas biológicos, sendo encontrada nas cinco teorias gerais.

I. Descendência (1.9): conceito fundamental para explicar a origem de todos os sistemas vivos desde que a teoria da biogênese se tornou dominante na biologia. Pode ser entendida como um processo, mas na teoria da evolução pode ganhar o *status* de um descritor (a descendência comum).

J. Homeostase (1.4 a 1.8): um dos conceitos mais importantes para que se possa compreender a persistência dos sistemas vivos, desde células a sistemas ecológicos, envolvendo também conceitos como resiliência e regulação.

K. Função: o discurso funcional está presente com bastante frequência na biologia, não só

na biologia funcional, mas também na biologia evolutiva, de onde segue nossa escolha de incluir este conceito, ainda que não figure explicitamente na proposta de Scheiner. Seu uso não deve ser visto unicamente como metafórico, mas como tendo potencial estruturante (ver NUNES-NETO & EL-HANI, 2009).

Considerações finais

Ressaltamos que não defendemos que os conteúdos conceituais do currículo sejam selecionados apenas com base em seu papel estruturante para a compreensão da estrutura conceitual da biologia, ou seja, por sua legitimidade epistemológica. Parece-nos, entretanto, que dificilmente conteúdos selecionados por sua legitimidade social deixariam de oferecer oportunidades para que se trate em sala de aula dos conceitos estruturantes. Talvez os critérios propostos aqui possam ser utilizados para a criação de um marco teórico para a seleção de conceitos estruturantes da biologia, que tomadores de decisão, pesquisadores educacionais, formadores de professores e docentes possam utilizar como parte da escolha de temas de estudo, de acordo com os interesses dos estudantes e da sociedade em nível local, estadual ou nacional.

Agradecimentos e apoios

Gostaríamos de agradecer a Daniela Lopes Scarpa, Marco Antônio Leandro Barzano e Gustavo Andrés Caponi pelos comentários e contribuições feitas no exame de qualificação e na defesa da dissertação da qual este trabalho deriva. Agradecemos também à CAPES pela bolsa de mestrado concedida.

Referências

- AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE. **Benchmarks for Science Literacy**. Disponível em <<http://www.project2061.org/publications/bsl/online/index.php>>. Acesso em: 15 dez. 2014).
- BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais**. Ministério da Educação, 2000.
- CARVALHO, I. N.; NUNES-NETO, N. F.; EL-HANI, C. N. Como Selecionar Conteúdos de Biologia para o Ensino Médio? **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 1, n. 1, p. 67-100, 2011.
- CARVALHO, I. N.; NUNES-NETO, N. F.; EL-HANI, C. N. Padrões, processos e componentes sistêmicos no ensino médio de Biologia. In: **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (IX ENPEC)**. Águas de Lindóia: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação Ciências, 2014.
- CAPONI, G. La biología evolucionaria del desarrollo como ciencia de causas remotas. **Signos Filosóficos**, v. 19, n. 20, p. 121-142, 2008.
- _____. El concepto de presión selectiva y la dicotomía próximo-remoto. **Revista de filosofía Aurora**, v. 25, n. 36, p. 197-216, 2013.
- CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado**, 3 ed. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 1998.

COLL, C.; POZO, J. I.; SARAIBA, B.; VALLS, E. **Los contenidos em la reforma**. Madrid: Grupo Santillana de Ediciones, 1992.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. F. Dimensões do conteúdo em questões sociocientíficas no ensino de ecologia. In: **Atas do XVI Encontro Nacional de Educação em Ciências**. Lisboa: APEDUC, 2015, p. 432-435.

CORREA, C. A. Los conceptos estructurantes de ecología como fundamento conceptual y metodológico de la educación ambiental. **Extramuros**, 2012.

GAGLIARDI, R. Los Conceptos Estructurales en el Aprendizaje por Investigación. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 1, p. 30-35, 1986.

GRIFFITHS, P. E. Genetic information: a metaphor in search of a theory. **Philosophy of Science**, v. 68, p. 394-403, 2001.

GUIMARÃES, M. D. M et al. A Teoria Gaia É um Conteúdo Legítimo no Ensino Médio de Ciências? **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 3, n. 1, p. 73-104, 2008.

LALAND, K. N.; STERELNY, K.; ODLING-SMEE, J.; HOPPITT, W.; ULLER, T. Cause and Effect in Biology Revisited: Is Mayr's Proximate-Ultimate Dichotomy Still Useful? **Science**, v. 334, p. 1512-1516, 2011.

LOPES, S. G. B. C., ROSSO, S. **Bio**, v. II, 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

MATTHEWS, M. **Science Teaching: the Role of History and Philosophy of Science**. New York: Routledge, 1994.

MAYR, E. Cause and effect in biology. **Science**, v. 134, p. 1501-1506, 1961.

MENDONÇA, V. L. **Biologia**, v III, 2 ed. São Paulo: AJS, 2013

MOREIRA, M. A.; AXT, R. A questão das ênfases curriculares e a formação do professor de ciências. **Caderno catarinense de ensino de física**, v. 3, n. 2, p. 66-78, 1986.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P.; AMARAL, E. M. R. & EL-HANI, C. N. Conceptual profiles: Theoretical-methodological bases of a research program. In: MORTIMER, E. F. & EL-HANI, C. N. (Eds.). **Conceptual Profiles: A Theory of Teaching and Learning Scientific Concepts**. Dordrecht: Springer, 2014.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Fulfilling the Promise: Biology Education in the Nation's Schools**. Washington: National Academy Press, 1990.

_____. **National Science Education Standards**. Washington: National Academy Press, 1996.

NUNES-NETO, N. F.; EL-HANI, C. N. O que é função? Debates na filosofia da biologia contemporânea. **Scientiae Studia**, v. 7, n. 3, p. 353-401, 2009

RESCHER, N. **Process Metaphysics: An Introduction to Process Philosophy**. Albany: State University of New York Press, 1996.

SALTHER, S. N. **Evolving Hierarchical Systems**. New York: Columbia University Press, 1985.

SCHEINER, S. M.; WILLIG, M. R. A general theory of ecology. **Theoretical ecology**, n. 1, p. 21-28, 2008.

_____. A general theory of ecology. In _____ (Org.). **The theory of ecology**. Chicago: University of Chicago Press, 2011.

SCHEINER, S. M. Toward a Conceptual Framework for Biology. **The Quarterly Review of**

Biology, v. 85, n. 3, p. 293-318, 2010.

YOUNG, M. Superando a crise na teoria do currículo: uma abordagem baseada no conhecimento. **Cadernos CENPEC**, v. 3, n. 2, p. 225-250, 2013.

_____. Teoria do currículo: o que é e por que é importante. **Cadernos de pesquisa**, v. 44, n. 151, p. 190-202, 2014

ZABALA, A. A função social do ensino e a concepção sobre os processos de aprendizagem: instrumentos de análise. In _____. **A prática educativa**. Porto Alegre: Artmed, 1998.